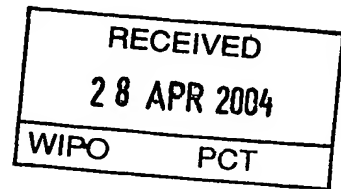


BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND**PRIORITY
DOCUMENT**SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

EP 04/3408

**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung
einer Patentanmeldung****Aktenzeichen:**

103 15 164.8

Anmeldetag:

02. April 2003

Anmelder/Inhaber:Endress + Hauser GmbH + Co KG,
79689 Maulburg/DE**Bezeichnung:**Verfahren zur näherungsweisen Bestimmung
eines Messzeitpunktes und entsprechende
Vorrichtung**IPC:**

G 01 D, G 04 B, G 04 G

**Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der
ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.**München, den 1. April 2004
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

Kehle

Verfahren zur näherungsweisen Bestimmung eines Messzeitpunktes und entsprechende Vorrichtung

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zur Bestimmung eines
5 Messzeitpunktes (t_M), zu dem von einem Feldgerät der
Prozessautomatisierungstechnik ein Messwert erzeugt wird, wobei das
Feldgerät seine Messwerte zu bestimmten Kommunikationszeitpunkten (t_K)
über einen Feldbus nach einer Anfrage von einer zentralen Steuereinheit
bezüglich seiner Messwerte kommuniziert. Weiterhin bezieht sich die
10 Erfindung auf eine entsprechende Vorrichtung. Bei dem Feldgerät handelt es
sich beispielsweise um ein Füllstandmessgerät. Bei den Messwerten handelt
es sich beispielsweise um den Füllstand, den Druck, die Viskosität, die Dichte
oder um den pH-Wert eines Mediums. Bei dem Feldbus handelt es sich
beispielsweise um einen Profibus®.

15 Von der Anmelderin werden Feldgeräte/Messgeräte z.B. zur Messung
und/oder Überwachung des Füllstandes eines Mediums in einem Behälter
produziert und vertrieben. Diese Messgeräte liefern ihre Messwerte oder
allgemein die chemischen oder physikalischen Prozessgrößen zur
20 Weiterverarbeitung meist an einen Feldbus. Angestrebt wird, dass die
Messdaten möglichst aktuell sind, also den aktuellen Zustand des Mediums
widerspiegeln. Dies ist vor allem dann relevant, wenn die Frequenz der
Abfragen oder Anfragen in der Größenordnung der möglichen Messfrequenz
liegt. Daher sollten die Messdaten erst kurz vor der Kommunikation erzeugt
25 werden. Hierfür muss jedoch bekannt sein, wann die Anfrage durch den
Feldbus stattfinden wird. Dieser Zeitpunkt hängt z.B. davon ab, wie viele
Messgeräte mit dem Feldbus verbunden sind. Wird die Anzahl der Messgeräte
erhöht, so wird der zeitliche Abstand zwischen den Anfragen größer. Es kann
auch die Konfiguration des gesamten Systems geändert werden, so dass die
30 Abstände variieren. Es gibt also keine fest vorgegebenen Zeitabstände.
Dieses Problem ist besonders dann gegeben, wenn über den Feldbus von

einer zentralen Steuereinheit die Anfrage kommt und wenn die Feldgeräte nicht selbständig ihre Daten kommunizieren oder zumindest vom übrigen Geschehen auf und um den Feldbus herum wissen. Finden die Anfragen in so großen Zeitabständen statt, dass in der Zwischenzeit mehrere Messungen möglich sind, so kann auch angestrebt werden, den Energieverbrauch zu reduzieren, indem keine unnötigen, da nicht abgefragten Messungen vollzogen werden.

10 Daher liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, den Zeitpunkt einer Anfrage der zentralen Steuereinheit näherungsweise zu bestimmen, um dafür passend den Messwert zu erzeugen. Dafür sind ein Verfahren und eine entsprechende Vorrichtung erforderlich.

15 Die Aufgabe wird erfindungsgemäß bezüglich des Verfahrens dadurch gelöst, dass aus mindestens zwei Kommunikationszeitpunkten (t_k , t'_k) der folgende Kommunikationszeitpunkt (t_f) zumindest näherungsweise bestimmt wird, und dass aufgrund des näherungsweise bestimmten Kommunikationszeitpunktes (t_f) der Messzeitpunkt (t_m) bestimmt wird. Der Messzeitpunkt (t_m) sollte dabei möglichst kurz vor dem näherungsweise bestimmten

20 Kommunikationszeitpunkt (t_f) und somit vor der Übermittlung des Messwertes liegen. Aus den vorherigen Kommunikationszeitpunkten wird also auf zukünftige Anfragen geschlossen, z.B. durch Mittelwertbildung der vorhergehenden Zeitpunkte. Das Verfahren setzt also voraus, dass schon Anfragen stattgefunden haben; das Verfahren lässt sich also z.B. nicht für das Anlaufen eines Systems verwenden. Vorteilhaft bei dem Verfahren ist, nach 25 möglichst jeder Kommunikation den folgenden Kommunikationszeitpunkt (t_f) mit dem direkt vorangegangenen Kommunikationszeitpunkt (t_k) näherungsweise zu bestimmen. Ändert sich beispielsweise die Anzahl der Messgeräte oder ändert sich etwas an der gesamten Konfiguration, so wird sich auch der Abstand zwischen den Anfragen ändern. Der Messzeitpunkt (t_m) 30 muss dabei so bestimmt werden, dass der Abstand zum

Kommunikationszeitpunkt (t_f) möglichst klein ist. Der Messzeitpunkt (t_M) sollte jedoch auch so liegen, dass der Messwert auch wirklich kommuniziert werden kann. Wenn also bekannt ist, dass die Erzeugung eines Messwerts unterschiedlich lange dauern kann, so ist dies zu berücksichtigen.

5

Eine vorteilhafte Ausgestaltung sieht vor, dass mit dem Messwert auch der Messzeitpunkt (t_M) kommuniziert wird. Dies ist bei der Auswertung einer Zeitreihe wichtig, um die Messwerte in ihrem zeitlichen Verlauf einordnen zu können. Die Kommunikation des Messzeitpunktes (t_M) ist vor allem dann wichtig, wenn die Messzeitpunkte unterschiedliche Zeitabstände aufweisen. Daher ermöglicht diese Kommunikation auch eine Zeitauswertung der Messwerte.

10

15

Eine Ausgestaltung sieht vor, dass aus mindestens einem zeitlichen Abstand (A) zwischen mindestens zwei vorhergehenden Kommunikationszeitpunkten (t_k, t'_k) und einem vorhergehenden Kommunikationszeitpunkt (t''_k) der folgende Kommunikationszeitpunkt (t_f) näherungsweise bestimmt wird.

Zunächst wird also berechnet, dass z.B. zwischen zwei vorhergehenden Anfragen eine zeitliche Differenz von x Sekunden lag, d.h. $A = |t'_k - t_k| = x$ Sekunden. Dementsprechend ergibt sich der folgende

20

Kommunikationszeitpunkt (t_f) als der Zeitpunkt der direkt vorhergehenden Anfrage (t''_k) zuzüglich x Sekunden. Dabei kann ein Zeitpunkt (t_k, t'_k) identisch sein mit dem Zeitpunkt (t''_k), von dem ausgehend der folgende Kommunikationszeitpunkt (t_f) näherungsweise bestimmt wird, d.h. $t'_k = t''_k$.

25

Eine weitere Möglichkeit ist, den Zeitabstand (A) zwischen drei Anfragen zu bestimmen. Um den folgenden Kommunikationszeitpunkt (t_f) näherungsweise zu bestimmen, kann dieser Abstand (A) entweder zum Zeitpunkt der vorletzten Anfrage addiert werden oder der Abstand (A) wird durch 2 dividiert und zum Zeitpunkt der direkt vorhergehenden Anfrage (t''_k) addiert. Weitere Varianten der Mittelwertbildung sind möglich. Es kann z.B. auch nur ein zeitlicher

30

Abstand für die näherungsweise Bestimmung des nächst folgenden Kommunikationszeitpunktes (t_f) verwendet werden.

5 Eine vorteilhafte Ausgestaltung sieht vor, dass mindestens zwei zeitliche Abstände (A_1, A_2) zwischen jeweils mindestens zwei vorhergehenden Kommunikationszeitpunkten ($t_{K1}, t'_{K1}, t_{K2}, t'_{K2}$) berechnet werden, dass aus den zeitlichen Abständen (A_1, A_2) ein Mittelwert (M) gebildet wird, und dass der folgende Kommunikationszeitpunkt (t_f) ausgehend von dem Mittelwert (M) und einem vorhergehenden Kommunikationszeitpunkt (t''_K) näherungsweise bestimmt wird. Minimal müssen also drei Anfragen – d.h. beispielsweise $t'_{K1} = t_{K2}$ – stattgefunden haben, so dass zwischen jeweils zwei Anfragen die zeitlichen Abstände (A_1, A_2) ermittelt und der Mittelwert (M) gebildet werden kann. Durch die Mittelwertbildung ergibt sich der Vorteil, dass kleinere Schwankungen der Zeitabstände herausfallen. Dabei ist bei der Anzahl der
10 Werte, aus denen der Mittelwert gebildet wird, ein Optimum zu finden.
15

Eine vorteilhafte Ausgestaltung beinhaltet, dass in dem Fall, dass der zeitliche Abstand (A_b) bis zum näherungsweise bestimmten Kommunikationszeitpunkt (t_f) kleiner ist als ein Kleinstwert (K), der Kommunikationszeitpunkt (t_f) ausgehend von diesem Kleinstwert (K) näherungsweise bestimmt wird, wobei der Kleinstwert (K) aus dem minimalen zeitlichen Abstand (A_{min}) bestimmt wird, der aufgrund technischer Gegebenheiten zwischen zwei aufeinander folgenden Messungen möglich ist. Es kann der Fall auftreten, dass die Anfragen zu schnell für das Feldgerät kommen. In diesem Fall muss auf die
20 technischen Gegebenheiten des Feldgerätes eingegangen werden. Der Messtakt kann also nicht von der zentralen Steuereinheit vorgegeben werden, sondern wird vom Feldgerät selbst gesetzt.
25

Eine vorteilhafte Ausgestaltung sieht vor, dass in dem Fall, dass der zeitliche Abstand (A_b) bis zum näherungsweise bestimmten Kommunikationszeitpunkt (t_f) größer ist als ein Grenzwert (G), der Kommunikationszeitpunkt (t_f)
30

ausgehend von dem zeitlichen Abstand (A'_b) näherungsweise bestimmt wird, der für die näherungsweise Bestimmung des vorhergehenden näherungsweise bestimmten Kommunikationszeitpunktes (t_f) verwendet wurde, wobei der Grenzwert (G) eine Grenze zwischen einem zeitlichen Abstand zwischen Anfragen in einem normalen Kommunikationszyklus und einem zeitlichen Abstand in einem gestörten Kommunikationszyklus der Steuereinheit darstellt. Ein Problem besteht darin, dass z.B. bei Feld-/Messgeräten eine Parametrierung vorgenommen werden kann, dass also Parameter durch eine Parametriereinheit neu gesetzt werden. Solch ein Vorgang dauert meist deutlich länger als der Abstand zwischen normalen Anfragen durch die zentrale Steuereinheit. Wird eine solche Parametrierung an einem Messgerät vorgenommen, so kommt bei einem Feldgerät, das in der Reihenfolge der Anfrage diesem folgt, die Anfrage erst deutlich später an. Ein solcher Eingriff lässt sich nicht voraussehen, muss jedoch aus der Berechnung des folgenden Kommunikationszeitpunktes (t_f) herausgenommen werden, da nicht zu erwarten ist, dass auf einen Parametriervorgang ein weiterer folgen wird. Zu unterscheiden ist also zwischen einem normalen Kommunikationszyklus und einem z.B. durch eine Parametrierung gestörten Kommunikationszyklus. Ergibt sich also aus den Berechnungen ein zeitlicher Abstand (A_b), der größer als ein Grenzwert (G) ist, so ist in die Berechnung ein Zeitabstand eingeflossen, der sich möglicherweise aus einer Parametrierung oder einer anderen Störung des normalen Kommunikationszyklus' ergeben hat. Daher sollte nicht mit diesem Abstand (A_b) gerechnet werden, da sich ein Zeitpunkt ergibt, der mit hoher Wahrscheinlichkeit nach der realen Anfrage liegen würde. In der einfachsten Realisierung wird für die näherungsweise Bestimmung des nächsten Zeitpunktes auf den zeitlichen Abstand (A'_b) der vorherigen näherungsweisen Bestimmung zurückgegriffen. Es kann jedoch auch ein beliebig zu bestimmender Standardwert verwendet werden. Üblicherweise unterscheiden sich die Zeiten für Anfragen und für Parametrierung hinreichend, so dass z.B. eine statistische Auswertung einer Vielzahl von Zeitabständen zwischen Anfragen einen Grenzwert (G) ergibt.

Dies sollte in einer Einstellung vor Ort oder durch eine Simulation des Systems geschehen. Eine andere Realisierung dieser Erkennung einer Störung des Kommunikationszyklus' ist, die Abweichung zwischen dem berechneten und dem aufgetretenen Kommunikationszeitpunkt auszuwerten und bei einer Abweichung, die wiederum größer als ein zu bestimmender Wert ist, die näherungsweise Bestimmung für den nächsten Kommunikationszeitpunkt passend zu modifizieren.

Die Aufgabe bezüglich der Vorrichtung wird dergestalt gelöst, dass mindestens eine Feldbuskommunikationseinheit vorgesehen ist, die bei einer Anfrage von der Steuereinheit mindestens den Messwert kommuniziert, und dass mindestens eine Ausgabe-/Steuereinheit vorgesehen ist, die den Messzeitpunkt (t_M) des Feldgerätes steuert, wobei die Feldbuskommunikationseinheit mindestens den Kommunikationszeitpunkt (t_K) an die Ausgabe-/Steuereinheit übermittelt. Die Vorrichtung beinhaltet also eine Feldbuskommunikationseinheit – z.B. einen ASIC –, die Anfragen vom Feldbus entgegennimmt und feststellt, ob die Anfrage an das spezielle Feldgerät gerichtet ist. Die Ausgabe-/Steuereinheit, bei der es sich z.B. um einen entsprechenden Mikroprozessor handelt, bekommt die Kommunikationszeitpunkte (t_K) mitgeteilt und bestimmt näherungsweise davon ausgehend den folgenden Kommunikationszeitpunkt (t_f). Damit wird dann der Messzeitpunkt (t_M) bestimmt und die Messung passend ausgelöst.

Die Erfindung wird anhand der nachfolgenden Zeichnungen näher erläutert. Es zeigt:

Fig. 1: ein Flussdiagramm für das Verfahren; und

Fig. 2: ein Blockschaltbild der Vorrichtung.

Fig. 1 zeigt schematisch den Ablauf des Verfahrens der Erfindung. Der Kleinstwert K wird den technischen Gegebenheiten entnommen. Er gibt den minimalen zeitlichen Abstand an, der bedingt durch die Technik zwischen zwei Messungen liegen kann. Der Grenzwert G gibt die Grenze an, die zwischen einem Abstand zwischen Kommunikationszeitpunkten in einem normalen Kommunikationszyklus und einem Abstand in einem z.B. durch eine Parametrierung gestörten Kommunikationszyklus liegt. Die Dauer dieser Abstände ist ausreichend verschieden, so dass der Grenzwert G z.B. durch eine statistische Auswertung einer Vielzahl von Kommunikationszeitpunkten bestimmt werden kann. Diese beiden Vergleichswerte K und G sind vor dem Beginn des eigentlichen Verfahrens vorzugeben. Aus vorherigen Kommunikationszeitpunkten wird dann jeweils der folgende Kommunikationszeitpunkt näherungsweise bestimmt. Dabei kann z.B. der Abstand zwischen mehreren Zeitpunkten bestimmt und entsprechend gemittelt werden. Ausgehend vom vorhergehenden, letzten Kommunikationszeitpunkt ergibt sich dann eine näherungsweise Bestimmung für den folgenden Zeitpunkt. Ist der Abstand zum nächsten Kommunikationszeitpunkt kleiner als der Kleinstwert K , so finden die Anfragen von der zentralen Steuereinheit schneller statt als dass die Prozessgrößen des Mediums, z.B. der Füllstand, gemessen werden können. Daher wird der folgende Kommunikationszeitpunkt t_f aus diesem Kleinstwert K berechnet, indem z.B. zum letzten Kommunikationszeitpunkt t_k der Kleinstwert hinzugerechnet wird. Ist der zeitliche Abstand kleiner als der Grenzwert G , so hat nur eine normale Anfrage stattgefunden und es handelt sich um einen ungestörten Kommunikationszyklus. Ist der zeitliche Abstand größer, so hat eine Störung z.B. in Form eines Parametrieeingriffes stattgefunden. Direkte Folge der Verzögerung ist, dass das Feldgerät einen „veralteten“ Messwert kommunizieren musste. Da nicht zu erwarten ist, dass anschließend wieder ein Eingriff stattfindet, ist es sinnvoller, den nächsten Kommunikationszeitpunkt t_f beispielsweise mit den Daten der vorherigen näherungsweisen Bestimmung näherungsweise zu bestimmen, indem z.B. der

gleiche zeitliche Abstand verwendet wird. Nach der näherungsweisen Bestimmung des Kommunikationszeitpunktes t_f wird der optimale Messzeitpunkt t_M bestimmt, der möglichst kurz vor dem Kommunikationszeitpunkt t_f liegen sollte, um zu vermeiden, dass der Messwert „veraltet“ ist. Gleichzeitig sollte der Messzeitpunkt t_M jedoch auch so liegen, dass der Messwert bei der Anfrage möglichst direkt kommuniziert werden kann, um keine Verzögerungen zu produzieren. Diese Bestimmung des Messzeitpunktes t_M hängt somit sehr stark von den intrinsischen Eigenschaften des Messgerätes ab. Ist dieser Messzeitpunkt t_M erreicht, so wird der Messwert erzeugt und nach der Anfrage vom Feldbus kommuniziert.

In Fig. 2 findet sich ein Blockschaltbild der Vorrichtung mit einem Feldbus 5, an dem in diesem Beispiel drei Feldgeräte 1 – beispielsweise ein Füllstandmessgerät –, eine zentrale Steuereinheit 10 – beispielsweise eine speicherprogrammierbare Steuerung, SPS – und eine Parametriereinheit 6 – beispielsweise ein Computer – angeschlossen sind. Die Feldgeräte 1 weisen eine Feldbuskommunikationseinheit 15 – z.B. ein ASIC – und eine Ausgabe-/Steuereinheit 20 – beispielsweise ein entsprechender Mikroprozessor – auf. Über die Parametriereinheit 25 lassen sich beispielsweise Parameter in den Feldgeräten 1 ändern. Die Ausgabe-/Steuereinheit 20 ist so beschaffen, dass sie aufgrund der vorhergehenden Kommunikationszeitpunkte, über die sie von der Feldbuskommunikationseinheit 15 Kenntnis erhält, den Zeitpunkt der Messung festsetzt.

Bezugszeichenliste

1	Feldgerät
5	Feldbus
10	Steuereinheit
15	Feldbuskommunikationseinheit
20	Ausgabe-/Steuereinheit
25	Parametriereinheit

Patentansprüche

1. Verfahren zur Bestimmung eines Messzeitpunktes (t_M), zu dem von einem Feldgerät (1) der Prozessautomatisierungstechnik ein Messwert erzeugt wird, wobei das Feldgerät (1) seine Messwerte zu bestimmten Kommunikationszeitpunkten (t_K) über einen Feldbus (5) nach einer Anfrage von einer zentralen Steuereinheit (10) bezüglich seiner Messwerte kommuniziert,

dadurch gekennzeichnet,

dass aus mindestens zwei Kommunikationszeitpunkten (t_K , t'_K) der folgende Kommunikationszeitpunkt (t_f) zumindest näherungsweise bestimmt wird, und dass aufgrund des näherungsweise bestimmten Kommunikationszeitpunktes (t_f) der Messzeitpunkt (t_M) bestimmt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1,

dadurch gekennzeichnet,

dass mit dem Messwert auch der Messzeitpunkt (t_M) kommuniziert wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1,

dadurch gekennzeichnet,

dass aus mindestens einem zeitlichen Abstand (A) zwischen mindestens zwei vorhergehenden Kommunikationszeitpunkten (t_K , t'_K) und einem vorhergehenden Kommunikationszeitpunkt (t''_K) der folgende Kommunikationszeitpunkt (t_f) näherungsweise bestimmt wird.

4. Verfahren nach Anspruch 1,

dadurch gekennzeichnet,

dass mindestens zwei zeitliche Abstände (A_1, A_2) zwischen jeweils mindestens zwei vorhergehenden Kommunikationszeitpunkten ($t_{K1}, t'_{K1}, t_{K2}, t'_{K2}$) berechnet werden, dass aus den zeitlichen Abständen (A_1, A_2) ein Mittelwert (M) gebildet wird, und dass der folgende Kommunikationszeitpunkt (t_f) ausgehend von dem Mittelwert (M) und einem vorhergehenden Kommunikationszeitpunkt (t'_{K1}) näherungsweise bestimmt wird.

5 5. Verfahren nach Anspruch 1, 3 oder 4,

10 **dadurch gekennzeichnet,**

dass in dem Fall, dass der zeitliche Abstand (A_b) bis zum näherungsweise bestimmten Kommunikationszeitpunkt (t_f) kleiner ist als ein Kleinstwert (K), der Kommunikationszeitpunkt (t_f) ausgehend von diesem Kleinstwert (K) näherungsweise bestimmt wird, wobei der Kleinstwert (K) aus dem minimalen zeitlichen Abstand (A_{min}) bestimmt wird, der aufgrund technischer Gegebenheiten zwischen zwei aufeinander folgenden Messungen möglich ist.

20 6. Verfahren nach Anspruch 1, 3 oder 4,

dadurch gekennzeichnet,

dass in dem Fall, dass der zeitliche Abstand (A_b) bis zum näherungsweise bestimmten Kommunikationszeitpunkt (t_f) größer ist als ein Grenzwert (G), der Kommunikationszeitpunkt (t_f) ausgehend von dem zeitlichen Abstand (A'_b) näherungsweise bestimmt wird, der für die näherungsweise Bestimmung des vorhergehenden näherungsweise bestimmten Kommunikationszeitpunktes (t'_f) verwendet wurde, wobei der Grenzwert (G) eine Grenze zwischen einem zeitlichen Abstand zwischen Anfragen in einem normalen Kommunikationszyklus und einem zeitlichen Abstand in einem gestörten Kommunikationszyklus der Steuereinheit (10) darstellt.

30

7. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens mindestens einer der Ansprüche 1 bis 6,

dadurch gekennzeichnet,

5 dass mindestens eine Feldbuskommunikationseinheit (15) vorgesehen ist, die bei einer Anfrage von der Steuereinheit (10) mindestens den Messwert kommuniziert, und dass mindestens eine Ausgabe-/Steuereinheit (20) vorgesehen ist, die den Messzeitpunkt (t_M) des Feldgerätes (1) steuert, wobei die Feldbuskommunikationseinheit (15) mindestens den Kommunikationszeitpunkt (t_K) an die Ausgabe-/Steuereinheit (20) übermittelt.

Zusammenfassung

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zur Bestimmung eines Messzeitpunktes (t_M), zu dem von einem Feldgerät (1) der Prozessautomatisierungstechnik ein Messwert erzeugt wird, wobei das Feldgerät (1) seine Messwerte zu bestimmten Kommunikationszeitpunkten (t_K) über einen Feldbus (5) nach einer Anfrage von einer zentralen Steuereinheit (10) bezüglich seiner Messwerte kommuniziert. Die Erfindung beinhaltet, dass aus mindestens zwei Kommunikationszeitpunkten (t_K , t'_K) der folgende Kommunikationszeitpunkt (t_f) näherungsweise bestimmt wird, und dass aufgrund des näherungsweise bestimmten Kommunikationszeitpunktes (t_f) der Messzeitpunkt (t_M) bestimmt wird. Weiterhin bezieht sich die Erfindung auf eine entsprechende Vorrichtung.

15 (Fig. 2)

Fig. 1

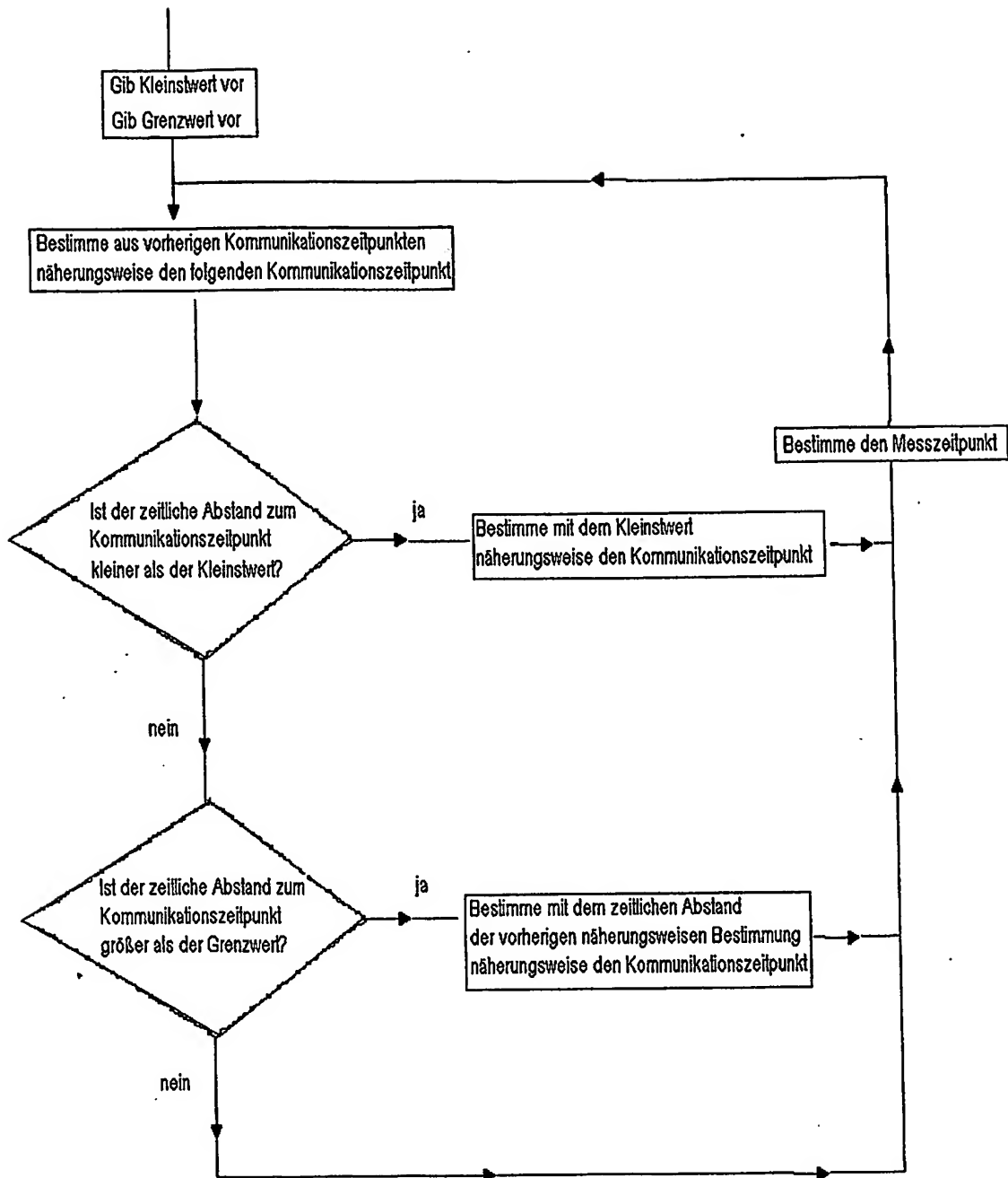


Fig. 2

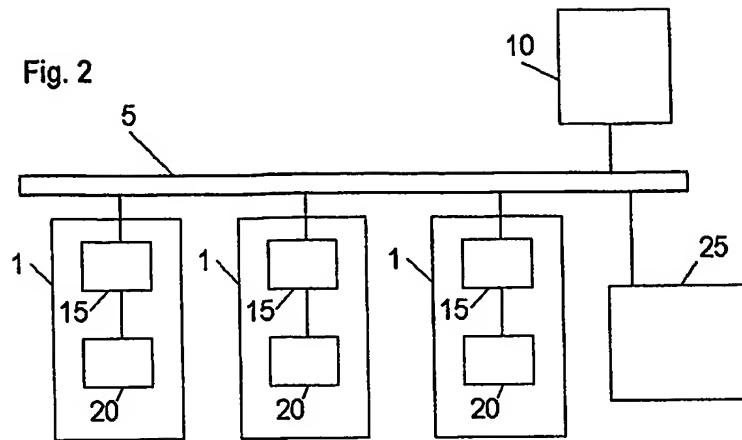


Fig. 2

